动 物 学 研 究 1999, Oct. 20 (5): 391~393 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

鸣禽栗鹀前脑古纹状体粗核及其周区的神经联系

THE NEURAL CONNECTIONS OF THE ROBUST NUCLEUS OF ARCHISTRIATALIS AND ITS SURROUDINGS IN A SONGBIRD (*Emberiza rutila*)

关键词：栗鹀古纹状体粗核及其周区，神经联系，旁发声通路
Key words: *Emberiza rutila*, Robust nucleus of archistriatalis and its surroudings, Neural connection, Accessory vocal pathway
中图分类号：Q959.7 39 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(1999)-05-0391-03

鸣禽的发声及其学习过程涉及前脑不同部位的几个核团，其中高级发声中枢（high vocal center, HVC）是发声控制的主导核团（Nottebohm 等，1976）；古纹状体粗核（robust nucleus of archistriatalis, RA）是前脑多种信息的会聚点（Wild, 1994），并在呼吸与发声协调等方面有相当重要的作用（Vicario, 1991）。国外曾对金丝雀、斑胸草雀 RA的纤维联系有过系统的研究（Nottebohm 等，1982；Wild, 1993），国内张信文等（1994）也曾对黄雀 RA 的纤维联系进行过报道。由于鸟种及示踪剂的差异，结果不尽相同，有的还有较大差异。栗鹀是我国北方地区的常见鸣禽，其雄鸟鸣啭丰富多变，是研究发声控制及呼吸协调等机理的理想材料。本实验采用灵敏度较高的示踪剂 CB-HRP 进行栗鹀前脑 RA 及其周区传入、传出联系的研究。

1 材料方法

本实验共用成年鸣禽栗鹀（*Emberiza rutila*）26 只（15♂♂，11♀♀），体重为 17~21 g。先用氨基甲酸乙酯胸大肌注射（0.5 g/kg 体重）麻醉，固定于鸟头定位仪（蓝书成等，1989）上。参照 Stokes 等（1974）的金丝雀脑图谱，用微玻管（内径 30~40 μm）将 30% CB-HRP 溶液（协和医科大学提供）离子泳入（正向电流，断续通电 2~4 μA，20~30 min）RA，坐标值 P0.0~1.6，L/R2.3~2.8，H2.5~3.0，留针 30 min。动物存活 48 h 后深度麻醉，自颈总动脉灌流 40℃ 生理盐水、及含 1.25% 戊二醛和 1% 多聚甲醛的磷酸缓冲液（0.1 mol/L，pH7.4）100 mL。取脑、后固定 4 h。移入 25% 蔗糖磷酸缓冲液过夜。冰冻冠状连续切片，隔片取一贴片。据 Mesulam（1978）的 TMB 法生色反应。中性红复染。明视野观察。取有效例进行结果统计。

2 结 果

当注射区域限于 RA 内（示踪剂未扩散至四周，共 7 例）时，在下列部位得到明显的标记：

2.1 HVC 逆行胞体标记 HVC 内得到密集的逆行标记胞体。胞体较大，呈星形或少突形（图 2）。

2.2 lMAN 逆行胞体标记 前脑新纹状体前部巨细胞核外侧（lateral part of the magnocellular nucleus of the anterior meosteriatum, lMAN）获得密集标记细胞。胞体稍小，星状，多突起（图 3）。

2.3 DM 顺行纤维及终枝标记 中脑丘间复合核的背内侧亚核（nucleus dorsalis medialis of the intercollicullar complex, DM）内得到密集的标记纤维及终枝。在此核团周围尚可见明显的标记纤维（枕中脑束，tractus occipitomesenphalicus, OM）。该纤维自 RA 发出后，弯曲下行，部分终于 DM，部分继续下行（图 4，5）。

2.4 nXIIts 顺行终枝标记 延髓舌下神经核气管鸣管亚核（nucleus tracheosyringealis, nXIIts）内得到密集的终末标记。从连续切片中可以看出，该处终枝来自 OM 的另一部分下行纤维。

而当注射范围较大，示踪剂延至 RA 周区时（共 11 例），除了在上述各部位得到标记外，尚在以下部位获得标记：

2.5 L 区逆行标记 前脑听区（field L）的某些部位获得散在的标记细胞体。胞体多为中型，多突起（图 6）。

2.6 Tn 逆行标记 前脑古纹状体带核（nucleus taemiae, Tn）得到较多标记胞体。胞体多为中型、光滑少突起（图 7）。

2.7 Loc 逆行标记 脑桥蓝斑核（locus ceruleus, Loc）得到逆行胞体标记。胞体大而多突起（图 8）。

3 讨 论

RA 是鸣禽鸣啭通路中的重要神经核团。损毁 RA 导致失声或鸣啭能力骤减（Bottjer 等，1989）。本实验结果表明，

收稿日期：1999-01-13，修改稿收到日期：1999-04-06
基金项目：国家自然科学基金资助项目（39570195）



图1～8 CB-HRP注人古纹状体粗核及其周区后的标记

Figs.1-8 Labelling of RA and its arrounding injected CB-HRP

1.示RA及周区HRP注射位点(HPR injection site in RA)×7;2.HVC标记胞体(labeled cells in HVC)×33;3.lMAN标记胞体(labeled cells in lMAN)×66;4.DM标记纤维及终末(labeled fibers and terminals in DM)×33;5.OM标记纤维(labeled fibers in OM)×66;6.L区标记胞体(labeled cells in field L)×100;7.Tn标记胞体(labeled cells in Tn)×66;8.Loc标记胞体(labeled cells in Loc)×33

RA直接接受HVC及lMAN这两个前脑核团发出的投射纤维。这一结果与金丝雀(Nottebohm等,1976,1982)、斑胸草雀(Wild,1993;Bottjer,1989)、黄雀(张信文等,1994)等的结果一致。HVC向RA的投射与鸣啭运动的产生直接相关,而lMAN向RA的投射是鸣啭学习的关键(Nottebohm等,1982)。

本实验结果还表明,RA发出的神经纤维构成了枕中脑束(OM)的一部分,而这些神经纤维又分别投射至中脑的DM和延髓的nⅫts,这一结果与上述几种鸣禽也是相似的。

上述分析表明,不同种类的鸣禽,RA的主要传出和传入投射是相似的。

但值得注意的是,在RA周围区域,尚有与发声有关且与其他核团有联系的神经元。前人的研究曾提出,在RA腹内侧有一区域称为杯(cup)区(Vates等,1996)。我们曾证明,RA的杯区与前脑听区(L区)之间存在直接的纤维联系(李东风等,1997)。本实验也表明,虽然RA与听区没有直接的纤维联系,但RA周围区域则与L区、Tn及Loc等具有密切的纤维联系。而L区是鸟类听觉的最高中枢(Vicario等,1993),Tn与鸟类的进攻性行为有关(Nottebohm等,1982),Loc则与呼吸、心血管活动等植物性功能有关(顾蕴辉,1985)。这表明,在RA的周围区域,存在一套与发声行为密切相关的其他行为的控制中枢,而这一中枢又与鸟脑其他部位有着复杂的纤维联系。鉴于HVC也存在一个类似的区域(HVC架区,shelf),我们认为,很可能,鸣禽脑内除了经典的鸣啭控制通路外,还存在一条与其平行的,功能上又相互联系的"旁发声通路"。这一点很像听觉通路,经典的听觉通路周围还有一与之平行的旁听觉通路(Cheng等,1994)。当然,旁发声通路的神经核团还有哪些,与其他部位的联系如何,尚需深人的实验探查。

参 考 文 献

李东风,王学斌,付立波,1997.鸣禽栗鹀新纹状体L复合区与发声控制系统的神经联系[J].动物学报,43(4):356~360.[Li D F, Wang X B, Fu L B, 1997. The neural connectins between neostriatum field L complex and vocal control system in songbird (*Emberiza rutila*). *Acta Zoologica Sinica*, 43(4):356-360.]

张信文,蓝书成,1994.黄雀端脑古纹状体栎核的纤维联系——HRP法研究[J].解剖学报,25(1):28~31.[Zhang X W, Lan S C, 1994. The fiber connectins of robust nucleus of the archistriatum in *Carduelis spinus*—HRP Labeling study. *Acta Anatomica Sinica*, 25(1):28-32.]

顾蕴辉,1985.蓝斑生理[J].生理科学进展,16(3):273~276.[Gu Y H, 1985. The phisiology of locus ceruleus. *Proceedings of Physiology*, 16(3):273-276.]

蓝书成,李东风,左明雪,1989.鸟头定位仪的制作与脑的立体定位[J].东北师范大学学报(自然科学版),47:97~100.[Lan S C, Li D F, Zuo M X, 1989. The preparatin of locator and stereoscopic locatin of bird's brain. *J. Northeast Normal University (Natural Science Edition)*, 47:97-100.]

Bottjer S W, Halsema K A, Brown S A *et al*, 1989. Axonal connections of a forebrain nucleus involved with vocal learning in zebra finches [J]. *J. Comp. Neurol.*, 279(2):312-320.

Cheng M F, Zuo M X, 1994. Proposed pathways for vocal self-stimulation: metenkephalinergic projections linking the midbrain vocal nucleus, auditory responsive thalamic regions and neurosecretory hypothalamus[J]. *J. Neurobiol.*, 25:361-379.

Mesulam M M, 1979. Tetramethy benzicline for horseradish peroxiodase neuron histochemistry: a non carciaogenic blue reaction product with superior sensitiving for visualizing neural afferents and efferents[J]. *Cell Tissue Res.*, 200:101-121.

Nottebohm F, Stokes T M, Leonard C M, 1976. Central control of song in the canary, *Serinus canarius*[J]. *J. Comp. Neurol.*, 165:457-486.

Nottebohm F, Kelley D B, Paton J A, 1982. Connections of vocal nuclei in the canary telencephalon[J]. *J. Comp. Neurol.*, 207(2):344-357.

Stokes, T M, Leonard C M, Nottebohm F, 1974. The telencephalon, diencephalon and mesencephalon of the canary, *Serinus canaria*, in stereotaxic coordinates[J]. *J. Comp. Neurol.*, 156:317-374.

Vates G E, Broome B M, Mello B M *et al*, 1996. Auditory pathways of caudal telencephalon and their relation to the song system of adult male zebra finches (*Taenopygia guttata*)[J]. *J. Comp. Neurol.*, 366:613-642.

Vicario D S, Hohay K H, 1993. Song-slective auditory input to a forbrain vocal control nucleus in the zebra finch[J]. *J. Neurobiol.*, 24:488-505.

Vicrio D S, 1991. Contribution of syringeal muscles to respiration and vocalization in the zebra finch[J]. *J. Neurobiol.*, 22(1):63-73.

Wild J M, 1993. Decending projections of the songbird nucleus robstus archistriatalis[J]. *J. Comp. Neurol.*, 338:225-241.

Wild J M, 1994. The auditory-vocal-respiratory axis in bird[J]. *Brain Evol.*, 44:192-209.

王学斌　　李广军
WUANG Xue-bin　LI Guang-jun
(山东临沂师范学院生物系　临沂　276005)
(*Department of Biology, Linyi Normal College, Linyi* 276005)

李东风
LI Dong-feng
(东北师范大学生命科学学院)
(*School of Life Sciences, Northeast Normal University*)